



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 06 107 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 02 H 7/08**  
H 02 P 7/628

②1 Aktenzeichen: 102 06 107.6  
②2 Anmeldetag: 13. 2. 2002  
④3 Offenlegungstag: 5. 9. 2002

DE 102 06 107 A 1

⑥6 Innere Priorität:  
101 09 455. 8 27. 02. 2001

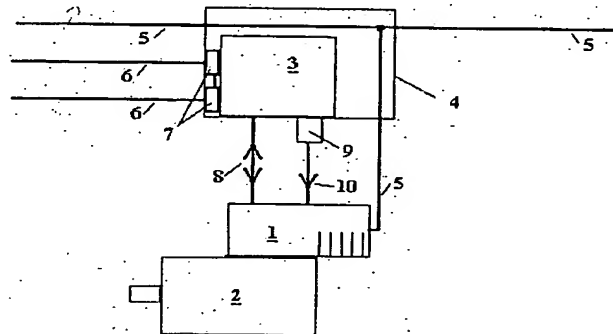
⑦1 Anmelder:  
SEW-Eurodrive GmbH & Co, 76646 Bruchsal, DE

⑦2 Erfinder:  
Schmidt, Josef, 76676 Graben-Neudorf, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Umrichter und Verwendung

⑤7 Umrichter und Verwendung, wobei der Motor von dem Umrichter versorgt wird, wobei die Versorgungsspannung der Signalelektronik des Umrichters von einer weiteren Vorrichtung sicher abschaltbar ist, wobei eine sichere Versorgung der Signalelektronik des Umrichters mit Niederspannung von der Vorrichtung aus gemäß einer Sicherheitskategorie vorgesehen ist und wobei mindestens der Umrichter, die Vorrichtung und die sichere Versorgung gemäß einer Sicherheitskategorie derart ausgeführt ist, dass der gesamte Umrichtermotor die Sicherheitskategorie hat oder ihm eine solche zuordenbar ist.



DE 102 06 107 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Umrichter und eine Verwendung.

[0002] Aus der EP 1 043 643 sind Zellen, die auch als Automatisierungszelle bezeichnenbar sind, für Anlagen bekannt. Aus der DE 199 05 952 ist ein Verteiler bekannt, der bei einer Automatisierungszelle verwendbar ist, die einen Umrichter umfasst. Ein Umrichter versorgt einen Motor mit einer derartigen Wechselspannung, dass über ein entsprechendes Drehfeld im Motor eine Drehbewegung des Rotors erzeugbar ist. Ein typisches Beispiel hierfür ist aus der DE 197 04 226 bekannt.

[0003] Aus der Norm EN 954-1 und der Norm EN 60204-1 sind Definitionen für Sicherheitskategorien, insbesondere B, 1, 2, 3 oder 4, und Stoppkategorien bekannt. Auf diese Normen wird in der vorliegenden Schrift Bezug genommen. Die Sicherheitskategorie B ist eine triviale Sicherheitskategorie, da entsprechende Vorrichtungen den zu erwartenden Einflüssen standhalten sollen, aber bei Auftreten von Fehlern ein Verlust der Sicherheitsfunktion nicht ausschließbar ist. Nichttriviale Sicherheiten sind die Sicherheitskategorien 2, 3 oder höhere wie 4, da zumindest ein Verlust der Sicherheitsfunktion erkannt wird.

[0004] Aus der Norm EN 1037, S. 3, sind unerwartete, unbeabsichtigte oder ungewollte Anläufe bei Vorrichtungen bekannt.

[0005] Aus der Veröffentlichung Achenbach, "Hat sich gemauert" in Elektrotechnik, 1991, H. 1/1, Seite 28-39, 33 ist ein Umrichter bekannt, der Überwachungs- und Steuerungsfunktionen aufweist. Aus der Veröffentlichung Fichtner, "Antrieb mit Eigeninitiative" in Industrie - Elektrik + Elektronik, 1990, H.1, S. 50, 51 ist ebenfalls ein Antrieb mit Überwachungsfunktionen und Sicherheitsfunktionen bekannt. Jedoch ist bei beiden Veröffentlichungen bei Ausfall der 24 V Niederspannung zur Versorgung der Signalelektronik kein sicheres Abschalten des Umrichters vorhanden. Denn ein einfacher Fehler kann die Erzeugung eines unkontrollierten Drehfeldes zur Folge haben. Somit genügt der Umrichter nur der trivialen Sicherheitskategorie B. Gleiches tritt auf bei der Veröffentlichung Siemens-Firmenschrift Nr. A19100 - E319 - A365 - V1 vom Mai 1989.

[0006] Aus der DE 41 05 132 C1 ist eine kinetische Pufferung bekannt. Dabei wird bei Netzausfall die Signalelektronik durch Anzapfen des Zwischenkreises des Umrichters versorgbar. Somit ist ein weiter kontrollierter Betrieb ermöglicht. Allerdings muss die Versorgungsspannung für die Signalelektronik in extrem aufwendiger Weise aus der Zwischenkreisspannung erzeugt werden und es wird keine industriübliche 24 V Niederspannung verwendet. Bei Ausfall des Zwischenkreises, beispielsweise Kurzschluss, ist durch einen einfachen Fehler wiederum ein unkontrolliertes Drehfeld erzeugbar. Somit genügt auch dieser Umrichter nur der trivialen Sicherheitskategorie B.

[0007] Aus der DE 39 28 998 A1 ist eine Verbindung untergeordneter Steuergruppen bekannt, wobei ein serieller und ein paralleler Bus notwendig sind, um bei Ausfall des parallelen Busses Sicherheitsinformationen übertragbar zu machen. Es ist zwar in dieser Weise für die Datenübertragung eine nichttriviale Sicherheitskategorie gemäß Norm erreichbar, dies gilt aber nur für die Datenübertragung und nicht für die Versorgungsspannungen und den Umrichter. Außerdem sind zwei unabhängige, aufwendige und kostspielige Verdrahtungen notwendig.

[0008] Aus der DE 196 43 092 C2 ist ein Bussystem zu Übertragung sicherheitsrelevanter Daten bekannt, das aber zwei aufwendige, kostspielige parallele und redundante Busse erfordert. Es ist zwar in dieser Weise für die Daten-

übertragung eine nichttriviale Sicherheitskategorie gemäß Norm erreichbar, dies gilt aber nur für die Datenübertragung und nicht für Versorgungsspannungen und Umrichter. Außerdem sind zwei unabhängige, aufwendige und kostspielige Verdrahtungen notwendig.

[0009] Entsprechendes gilt auch für den Ringbus und den Sicherheitsbus gemäß DE 38 13 789 A1.

[0010] Aus der Veröffentlichung "Integralmotor" in Elektrische Maschinen 1996, H. 12, S. 26, 27 ist ein Kompaktantrieb bekannt, der aber keiner nichttrivialen Sicherheitskategorie der Norm genügt.

[0011] Aus der DE 198 51 186 A1 und dem dort dargestellten Stand der Technik ist eine potentialgetrennte Versorgung der Treiber für die Leistungsschalter einer Endstufe eines Umrichters bekannt. Dabei sind Signal- und Strompfad potentialgetrennt ausgeführt. Jedoch ist die Signalelektronik mit zugehörigem Ansteuer-IC nicht sicher ausgeführt. Wenn die Versorgungsspannung ausfällt, kann durch einen einzigen Fehler, beispielsweise eine Fremdspannung am Ansteuer-IC, ein unkontrolliertes Drehfeld erzeugt werden. Somit genügt auch dieser Umrichter nur der trivialen Sicherheitskategorie B.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Umrichtermotor kostengünstig und gleichzeitig kompakt weiterzubilden.

[0013] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei dem Umrichter nach den in Anspruch 1 oder 2 angegebenen Merkmalen und bei der Verwendung nach den in Anspruch 14 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0014] Wesentliche Merkmale der Erfindung bei dem Umrichtermotor sind, dass eine sichere Versorgung der Signalelektronik des Umrichters mit Niederspannung von einer weiteren Vorrichtung aus gemäß einer nichttrivialen Sicherheitskategorie vorgesehen ist, wobei die Versorgungsspannung der Signalelektronik des Umrichters von einer weiteren Vorrichtung sicher gemäß einer nichttrivialen Sicherheitskategorie abschaltbar und/oder gegen Wiederanlauf schützbar ist, und wobei mindestens der Umrichter, die Vorrichtung und die sichere Versorgung gemäß einer Sicherheitskategorie derart ausgeführt ist, dass der gesamte Umrichtermotor die Sicherheitskategorie hat und/oder ihm eine solche zuordenbar ist.

[0015] Von Vorteil ist dabei, dass bei einer baulichen Einheit wie dem Umrichtermotor, die besonders kompakt ausgeführt ist und keinen Raum bietet für komplexe Komponenten, eine nichttriviale Sicherheitskategorie ausführbar und erreicht ist. Es sind also keine mechanischen Relais mit großem Platzbedarf notwendig, sondern die Ausführungsart des Umrichters genügt den Sicherheitsanforderungen, insbesondere der Norm.

[0016] Wesentliche Merkmale der Erfindung bei dem Umrichter zur Versorgung eines Elektromotors sind, dass der Umrichter eine Signalelektronik umfasst, die ein einen Trenntransformator umfassendes Schaltnetzteil umfasst, das sekundärseitig Versorgungsspannungen für die Signalelektronik zur Verfügung stellt, wobei das Schaltnetzteil primärseitig mit einer Niederspannung, insbesondere 24 V-Niederspannung, von einer weiteren Vorrichtung versorgt wird und wobei die Sekundärseite des Schaltnetzteils galvanisch getrennt oder potentialgetrennt von der Primärseite ausgeführt ist, und wobei der Umrichter eine elektronische Leistungsschalter umfassende Endstufe aufweist, wobei die elektronischen Leistungsschalter von Treibern angesteuert werden, von denen mindestens drei jeweils aus den Versorgungsspannungen des Schaltnetzteils gespeist werden, und wobei zumindest drei Treiber aus Komponenten der Signalelektronik potentialgetrennt Steuersignale erhalten, und wobei zwischen der weiteren Vorrichtung und der Signalelektronik des

Umrichters Signale galvanisch getrennt oder potentialgetrennt austauschbar sind. Wesentliches Merkmal ist insbesondere auch, dass die Versorgungsspannung der Signalelektronik galvanisch oder potentialgetrennt von der weiteren Vorrichtung ist.

[0017] Von Vorteil ist dabei, dass bei einer baulichen Einheit wie dem Umrichtermotor, die besonders kompakt ausgeführt ist und keinen Raum bietet für komplexe Komponenten, eine nichttriviale Sicherheitskategorie ausführbar und erreichbar ist. Es sind also keine mechanischen Relais mit großem Platzbedarf notwendig, sondern die Ausführungsart des Umrichters genügt den Sicherheitsanforderungen, insbesondere der Norm. Insbesondere hat der Ausfall der 24 V-Niederspannung einen Ausfall aller Versorgungsspannungen für die Komponenten des Schaltnetzteils zur Folge und insbesondere einen Ausfall von Versorgungsspannungen von Treibern. Somit liefert der Umrichter in diesem Zustand kein Drehfeld mehr. Ein Drehfeld kann nur dann erzeugt werden, wenn mehrere Fehler auftreten, die die ausgefallenen Versorgungsspannungen wiederherstellen. Dies ist aber extrem unwahrscheinlich. Daher genügt der Umrichter den Anforderungen der Norm EN 954-1 sogar hinsichtlich der Sicherheitskategorien 2, 3 oder 4.

[0018] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die Signalelektronik mindestens

- einen Mikrocontroller,
- untere Treiber für auf unterem Zwischenkreispotential liegende untere Leistungsschalter und
- obere Treiber für auf oberem Zwischenkreispotential liegende obere Leistungsschalter umfasst,

[0019] und untere Treiber, obere Treiber und der Mikrocontroller aus getrennten Quellen versorgt sind, wobei diese Quellen mittels eines Schaltnetzteils potentialgetrennt oder galvanisch getrennt erzeugt sind, das aus der Niederspannung zur sicheren Versorgung der Signalelektronik des Umrichters gespeist wird. Von Vorteil ist dabei, dass bei Ausfall der Niederspannung kein unkontrolliertes Drehfeld entstehen kann. Es sind hingegen mehrere Fehler, wie beispielsweise Fremdspannungen, notwendig, insbesondere eine Fremdspannung zur Versorgung des Mikrocontrollers und andere Fremdspannungen zur Versorgung der unteren und oberen Treiber.

[0020] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Umrichter derart ausgeführt, dass das sichere Abschalten und/oder der Schutz gegen Wiederanlauf durch Beeinflussung von elektronischen Halbleiterschaltern im Umrichter vorgesehen ist. Von Vorteil ist dabei, dass das Abschalten verschleißfrei ausführbar ist. Außerdem ist das Abschalten durch Abschalten der jeweiligen Versorgung der jeweiligen Halbleiterschalter ausführbar, insbesondere ist durch Abschalten der Niederspannungsversorgung der Signalelektronik des Umrichters die Erzeugung von Steuersignalen für die Halbleiterschalter unterbrechbar und somit die Erzeugung von Steuersignalen zur Erzeugung des Drehfeldes hinderbar. Außerdem wird auf diese Weise kein zusätzlicher Platz benötigt. Gerade dies begünstigt die Ausführbarkeit und Verwendung eines kompakten Umrichtermotors, bei dem Motor und Umrichter eine bauliche Einheit bilden.

[0021] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Umrichter derart ausgeführt, dass das sichere Abschalten und/oder der Schutz gegen Wiederanlauf ohne elektromechanische Schalter im Umrichter vorgesehen ist. Somit werden keine verschleißbehafteten, mechanisch anfälligen Schalter verwendet, die außerdem noch einen hohen Platzbedarf haben und beim Schalten unter entsprechenden Bedingungen Funken bilden können.

[0022] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Versorgungsspannung der Signalelektronik des Umrichters eine Niederspannung. Von Vorteil ist dabei, dass der Trenntransformator klein und platzsparend ausführbar ist.

[0023] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die weitere Vorrichtung ein Verteiler, der die Signalelektronik des Umrichters. Von Vorteil ist dabei, dass der Umrichter und der Verteiler in einer Automatisierungszelle für eine Anlage verwendbar sind.

[0024] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind der Umrichter und der Verteiler zum Datenaustausch verbindbar. Von Vorteil ist dabei, dass im Sicherheitsfall der Umrichtermotor gesteuert oder geregelt vom Verteiler herunterfahbar ist, also die Winkelgeschwindigkeit des Drehfeldes reduzierbar ist und nach einer Zeitspanne sogar zumindest konstant haltbar ist, insbesondere ist das Drehfeld sogar abschaltbar und/oder gegen Wiederanlauf geschützt. Das Konstant-Halten ist beispielsweise auch durch einen Fehler, wie eine Fehlspannung oder dergleichen, bewirkbar.

[0025] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind nach Abschalten der Niederspannung zur Versorgung der Signalelektronik des Umrichters mindestens zwei verschiedene Fehler und/oder Fremdspannungen notwendig, um ein Drehfeld für den Motor zu erzeugen und einen Wiederanlauf zu bewirken. Von Vorteil ist dabei, dass eine hohe nichttriviale Sicherheitskategorie erreicht ist, insbesondere Sicherheitskategorie 3.

[0026] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung weist der Umrichter einen Trenntransformator zur Potentialtrennung auf. Von Vorteil ist dabei, dass gleichzeitig aus einer Niederspannung verschiedene Versorgungsspannungen erzeugbar sind und darüber hinaus sogar noch die Potentialtrennung gegen die von der Vorrichtung stammende Niederspannung und gegen andere Quellen bewirkt wird.

[0027] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind Treiber für obere Schalter und Treiber für untere Schalter potentialgetrennt ausgeführt. Von Vorteil ist dabei, dass die Schalter auf verschiedenem Potential liegen dürfen, insbesondere auf maximalem oder minimalem Potential der Zwischenkreisspannung.

[0028] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind Umrichter und Vorrichtung zum Datenaustausch mit Leitungen verbindbar oder Umrichter und Vorrichtung weisen derartige elektronische Schaltungen auf, dass der Datenaustausch zwischen Umrichter und Vorrichtung durch Aufmodulation auf Leitungen ausführbar ist. Von Vorteil ist dabei, dass im ersten Fall eine geringe Anfälligkeit gegen Störspannungen vorhanden ist und im zweiten Fall Leitungen unter Erhöhung der Übersichtlichkeit einsparbar sind.

[0029] Wesentliche Merkmale der Erfindung bei der Verwendung sind, dass nach Feststellen eines Fehlers oder Empfang einer Sicherheitsinformation, einer Sicherheitsmeldung oder eines Sicherheitstelegramms das vom Umrichter erzeugte Drehfeld in einen sicheren Zustand gemäß einer nichttrivialen Sicherheitskategorie überführt wird. Von Vorteil ist dabei, dass ein Umrichtermotor trotz kompakter Ausführung in einer nichttrivialen Sicherheitskategorie überraschenderweise einsetzbar ist. Diese Verwendung ist aus dem Stand der Technik nicht bekannt und nicht naheliegend.

[0030] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung wird nach Feststellen eines Fehlers oder Empfang einer Sicherheitsinformation, einer Sicherheitsmeldung oder eines Sicherheitstelegramms das vom Umrichter erzeugte Drehfeld sicher abgeschaltet. Von Vorteil ist dabei, dass kein Drehmoment und/oder keine Energie in die Anlage übertragen wird, insbesondere auch bei Verwendung eines industriellen und kostengünstigen Asynchronmotors nach Auftreten eines

Fehlers, wie einer Fehlspannung oder dergleichen.

[0031] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung genügt der Umrichter 1 einer nichttrivialen Sicherheitskategorie. Von Vorteil ist dabei, dass Sicherheitsanwendungen ermöglicht sind, insbesondere auch mit kompakten Umrichtern, die nur einen geringen Raumbedarf erfordern.

[0032] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Feststellen eines Fehlers oder der Empfang einer Sicherheitsinformation ein Notanlauf-Signal. Von Vorteil ist dabei, dass der sichere Zustand des vom Umrichter erzeugten Drehfelds auch als nichtruhendes, beispielsweise konstant drehendes Drehfeld ausführbar ist und somit eine Notfunktion in der Anlage betreibbar ist, wie beispielsweise Entlüften, Heben oder dergleichen.

[0033] Weiter vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Umrichter
- 2 Motor
- 3 Signalelektronik des Verteilers
- 4 Verteiler
- 5 Starkstromleitung, T-förmige Starkstromleitung
- 6 Feldbusleitung
- 7 Anschluss für Feldbus
- 8 Datenaustausch
- 9 sicherer Ausgang, insbesondere für 24 V
- 10 sichere Leitung für Niederspannung, insbesondere 24 V
- 21 Sensor
- 22 Leitung für Sensorsignale
- 31 Sicherheitsbus
- 41 Potentialtrennung
- 42 Optokoppler
- 43 Treiber mit Optokoppler
- 44 Unterer Schalter
- 45 Oberer Schalter
- 46 Quelle
- 47 Microcontroller
- 48 Treiber
- 49 Schaltnetzteil
- 50 Zwischenkreisgleichrichter
- 51 Endstufe
- 52 Primärwicklung
- 53 Sekundärwicklung
- U Motorphase

[0034] Die Erfindung wird nun anhand von einer Abbildung näher erläutert:

In der Fig. 1 ist eine Automatisierungszelle gezeigt, die einen Motor 2 umfasst, der von einem Umrichter 1 versorgt wird. Beim Antreiben von mit dem Motor 2 verbundenen mechanischen Komponenten erzeugt der Umrichter 1 ein Drehfeld, also ein magnetisches Feld, dessen Richtung sich im Inneren des Motors 2, also im Bereich des Rotors, dreht.

[0035] Die angetriebene mechanische Anordnung setzt die Drehbewegung des Rotors des Motors 2 je nach dem Typ der Anlage, also des jeweiligen Ausführungsbeispiels, in eine rotatorische und/oder translatorische Bewegung eines oder mehrerer Objekte um.

[0036] Der Verteiler 4 umfasst einen T-Knoten für die Starkstromleitung 5 zur Durchleitung an weitere Verbraucher und zur Versorgung des Umrichters. Außerdem umfasst der Verteiler 4 auch Signalelektronik 3, die einen Mikrocontroller mit Speicher umfasst. Somit sind vom Verteiler auch Programme ausführbar.

[0037] Der Verteiler 4 umfasst auch Anschlüsse 7 für Feldbusleitung 6. Somit ist der Verteiler als Feldbusteilneh-

mer betriebsfähig und kann Daten und/oder Programme empfangen und/oder senden. Insbesondere wandelt die Signalelektronik 3 des Verteilers 4 die für den Umrichter 1 bestimmten Daten und/oder Programme in ein Systembusprotokoll um und sendet diese per Datenaustausch 8 an den Umrichter 1. Über diesen Datenaustausch 8 werden auch Daten vom Umrichter 1 empfangen.

[0038] Der Systembus ist herstellerspezifisch und somit kompatibel für die herstellereigenen Geräte. Er weist auch eine hohe Datenübertragungsrate auf und ermöglicht somit auch zeitkritische Abläufe, wie beispielsweise elektronische Kurvensteuerungen oder Echt-Zeit-Anwendungen.

[0039] Der Datenaustausch 8 ist mit trivialer Sicherheitskategorie B ausgeführt. Bei weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen ist der Datenaustausch 8 sicher gemäß einer nichttrivialen Sicherheitskategorie 2, 3 oder 4 ausgeführt. Somit wird dann sogar ein sicheres gesteuertes Herunterfahren des Antriebs ausführbar gemäß einer nichttrivialen Sicherheits- und Stoppkategorie.

[0040] Der Verteiler 4 weist bei einem Ausführungsbeispiel auch Anschlussvorrichtungen für Ein-/Ausgänge auf.

[0041] Der Datenaustausch 8 ist bei einem ersten Ausführungsbeispiel über eine Schnittstelle RS485 realisiert. Die Leitungen sind dabei separat oder innerhalb eines Hybridkabels, das auch Starkstromleitungen 5 umfasst, ausführbar. Bei anderen Ausführungsbeispielen wird der Datenaustausch 8 durch Aufmodulation der Informationen auf Starkstromleitungen oder durch Infrarotübertragung ausgeführt.

[0042] Die Signalelektronik 3 des Verteilers 4 wird über einen Anschluss für Niederspannung mit 24 V versorgt.

[0043] Über einen sicheren Ausgang 9 und sichere Leitungen 10 für Niederspannung wird die Signalelektronik des Umrichters 1 sicher versorgt. Somit ist im Sinne der entsprechenden Sicherheitskategorie der Automatisierungszelle das sichere Abschalten des Motors 2 und/oder der Schutz gegen ungewolltes Wiederanlaufen gewährleistet. Der sichere Ausgang 9 ist bei einem Ausführungsbeispiel realisiert durch eine zweifach oder mehrfach redundante Ausführungsart des Ausgangs 9. Die Leitungen 10 sind dabei mit entsprechender Sicherheitskategorie ausgeführt, insbesondere ebenfalls mehrfach redundant und/oder beispielsweise im Panzerrohr.

[0044] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel sind der sichere Ausgang 9 und die Leitungen 10 realisierbar, indem Mittel zum Ausführen einer Beobachterfunktion eingebaut werden. Beispielsweise sind als solche Mittel weitere Leitungen und Vorrichtungen verwendbar, mit denen eine Rückmeldung vom Umrichter an den Verteiler ausführbar ist, die eine Information für die Signalelektronik 3 des Verteilers 4 darstellt mit dem Inhalt, ob die 24 V-Niederspannung zur Versorgung der Signalelektronik des Umrichters 1 korrekt vorhanden ist oder nicht. In einem weiteren Ausführungsbeispiel umfassen diese Mittel auch eine im Verteiler sich befindende Spannungserfassung der Niederspannung des Umrichters 1.

[0045] Ein wesentlicher Vorteil ist dabei, dass der Umrichter in der im Stand der Technik üblichen Weise ausführbar und verwendbar ist. Es muss daher keine redundante Ausführung des Umrichters vorgenommen werden. Somit werden solche aufwendige Vorrichtungen eingespart.

[0046] Die sichere Ausführung des Ausgangs 9 und der Leitungen 10 ist zwar aufwendig, aber die Gesamtkosten sind durch die Verwendbarkeit des genannten Umrichters 2 erniedrigt.

[0047] Insbesondere ist bei einem Ausführungsbeispiel die Norm EN 954-1 erfüllt. Somit ist der Automatisierungszelle eine im Gegensatz zum Stand der Technik nichttriviale Sicherheitskategorie zuordenbar, insbesondere die Sicher-

heitskategorie 3.

[0048] Als Stoppkategorien sind die Stoppkategorien 0 und 1 ausführbar.

[0049] Bei der Stoppkategorie 0 wird das Drehfeld des Antriebs abgeschaltet oder zumindest konstant gehalten. Das Konstant-Halten ist beispielsweise auch durch einen Fehler, wie eine Fehlspeisung oder dergleichen, bewirkbar.

[0050] Bei der Stoppkategorie 1 wird das Drehfeld von seinem Betriebswert, also beispielsweise einer nicht verschwindenden Winkelgeschwindigkeit, aus auf einen Sicherheitswert, insbesondere Ruhen oder Verschwinden des Drehfeldes, gesteuert. Nach einem vorgebbaren Zeitabschnitt wird dann das Drehfeld abgeschaltet oder konstant gehalten.

[0051] In der Fig. 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt, das andere Stoppkategorien ermöglicht. Dabei ist der Sensor 21 mit dem Rotor des Motors 2 verbunden und als Winkellagegeber ausgebildet.

[0052] In einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel ist der Sensor durch zwei induktive Schalter realisiert, die um 90° versetzt am Lüfter des Motors 2 angeordnet sind. Somit werden die digitalen Signale der beiden induktiven Schalter über die Leitung 22 für Sensorsignale an digitale Eingänge des Verteilers 4 geleitet. Die Signalelektronik 3 des Verteilers 4 bestimmt aus den Signalen einen Wert für Winkelgeschwindigkeit und die entsprechende Drehrichtung des Rotors. Aus diesen Werten berechnet die Signalelektronik 3 Informationen, die mittels des Datenaustausches 8 an den Umrichter 1 übertragen werden. Dadurch ist sogar ein geregeltes Herunterfahren des Antriebs ausführbar.

[0053] Somit ist auch Stoppkategorie 2 ausführbar, bei der das Drehfeld von seinem Betriebswert, also beispielsweise einer nicht verschwindenden Winkelgeschwindigkeit, aus auf einen Sicherheitswert, insbesondere Ruhen oder Verschwinden des Drehfeldes, geregelt wird.

[0054] Bei weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen sind der Sensor 21 und die Leitung 22 sicher gemäß einer nichttrivialen Sicherheitskategorie ausgeführt. Dann ist sogar eine jeweilige Stoppkategorie sicher gemäß der nichttrivialen Sicherheitskategorie ausführbar.

[0055] Bei weiteren Ausführungsbeispielen ist als Sensor 21 statt eines Winkellagegebers ein Drehgeber, Resolver, Tacho-Geber oder dergleichen einsetzbar.

[0056] Bei weiteren Ausführungsbeispielen bewirkt statt des Winkelgebers ein anderer Sensor 21 eine Rückmeldung. Beispielsweise ist dies ein Endschiefer oder eine Menge von Gebern, die in der mechanischen Anordnung der Anlage angebracht sind. Es sind aber auch andere Sensoren, wie beispielsweise Kamerasysteme mit entsprechender elektronischer Auswerteinheit, verwendbar. Die Rückmeldung ist also auch indirekt über ein Getriebe und einen angetriebenen Maschinentisch oder dergleichen ausführbar.

[0057] In der Fig. 3 ist eine Anlage mit mehreren Automatisierungszellen gezeigt, wobei die jeweiligen Umrichter und Motoren nicht eingezeichnet sind. Die Automatisierungszellen sind dabei mit einem Sicherheitsbus 31 verbunden.

[0058] Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst der Sicherheitsbus 31 eine Feldbusverkabelung und zusätzlich eine weitere Verkabelung für sicherheitsrelevante Informationen. Die letztgenannte Verkabelung ist mit der Sicherheitskategorie entsprechenden sicheren Auswerteeinheiten in den jeweiligen Verteilern 4 zur Auswertung und Verarbeitung verbunden.

[0059] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel umfasst der Sicherheitsbus 31 nur eine einfache Feldbusverkabelung, wobei die sicherheitsrelevanten Informationen als spe-

zielles Sicherheitstelegramm übertragen werden. Somit sind keine zusätzlichen Leitungen zum Feldbus 6 nach den Fig. 1 oder 2 erforderlich. Speziell für die Auswertung und Verarbeitung der sicherheitsrelevanten Informationen sind elektronische Komponenten innerhalb der Signalelektronik 3 des Verteilers vorgesehen. Somit ist ein gemäß der nichttrivialen Sicherheitskategorie, insbesondere 3, Datenaustausch zwischen den Automatisierungszellen in kostengünstiger Weise verwirklicht.

[0060] Auf diese Weise ist nun eine gesamte Anlage gemäß der Sicherheitskategorie, insbesondere 3, in kostengünstiger Weise ausgebildet.

[0061] In der Fig. 4 ist eine erfindungsgemäße Ausführungsform des Umrichters gezeigt. Die Endstufe 51 umfasst einen Zwischenkreisgleichrichter 50 der von den Starkstromleitungen 5 versorgt wird und die Zwischenkreisspannung bildet, die die Endstufe 51, umfassend sechs Leistungshalbleiter, versorgt. In der Fig. 4 sind nur ein oberer und ein unterer, beispielhaft als IGBT ausführbarer Leistungshalbleiter (44, 45) mit jeweiliger Freilaufdiode gezeigt.

[0062] Vom Verteiler 4 führen die Leitungen 10 für Niederspannung zum Schaltnetzteil 49, das zur Potentialtrennung 41 die Primärwicklung 52 eines Trenntransformators versorgt. Mehrere Sekundärwicklungen 53 versorgen einerseits den Mikrocontroller 47 und den Treiber 48 für die unteren Schalter 44, andererseits bilden drei Sekundärwicklungen 53 mit einer Diode und einem Kondensator jeweils Quellen 46 zur Versorgung der Treiber 43, die mittels Optokopplern vom Mikrocontroller 47 angesteuert werden, da sie auf einem hohen, von der Zwischenkreisspannung bestimmten Potential liegen.

[0063] Der Datenaustausch 8 führt über den Optokoppler 42 potentialgetrennt zum Mikrocontroller 47.

[0064] Ein Abschalten der über die Leitungen 10 zugeführten 24 V-Niederspannung führt also zum Abschalten der Quellen 46 und zum Abschalten des Mikrocontrollers 47 und der Treiber 48. Das Drehfeld ist also abgeschaltet und gegen Wiederanlauf geschützt, obwohl der Umrichter noch über die Starkstromleitungen 5 versorgt ist.

[0065] Selbst dann, wenn eine Fremdspeisung eingeleitet wird, wird kein Drehfeld erzeugt. Denn es könnte zwar ein unterer Treiber 48, ein oberer Treiber 43 oder der Mikrocontroller 47 versorgt sein, dies würde aber nur bewirken, dass Motorphasen U Spannung führen. Ein Drehfeld ist nicht vorhanden und ein Wiederanlaufen verhindert.

[0066] Erst beim Auftreten mehrerer Fehler, also verschiedenen Fremdspeisungen an verschiedenen Stellen ist die Erzeugung eines Drehfeldes prinzipiell möglich, wenn auch extrem unwahrscheinlich. Dazu müsste nämlich eine Fremdspeisung des Mikrocontrollers 47 versorgen eine andere Fremdspeisung die Treiber 48 und weitere Fremdspeisungen müssten Quellen 46 derart bilden, dass die Ansteuersignale U<sub>U</sub> für die unteren Treiber 48 und die Ansteuersignale U<sub>O</sub> für die oberen Treiber 43 in der für Erzeugung eines Drehfeldes notwendigen Weise auftreten.

[0067] Bei erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist der Umrichter derart ausgeführt, dass das sichere Abschalten und/oder der Schutz gegen Wiederanlauf bloß durch Beeinflussung von elektronischen Halbleiterschaltern im Umrichter vorgesehen ist. Zu diesen Halbleiterschaltern zählen die elektronischen Leistungsschalter 44, 45 der Endstufe 51. Die Steuersignale für die Endstufe wird nach Abschaltung der Versorgung der Treiber 43, 48 sicher verhindert. Diese Versorgung und die Versorgung des Mikrocontrollers 47 wird unterbrochen, wenn die 24 V-Niederspannungs-Versorgung über die Leitungen 10 unterbrochen wird, beispielsweise durch sicheres, von der weiteren Vorrichtung ausge-

führtes Abschalten der 24 V-Niederspannungs-Versorgung. [0068] Wesentlicher Vorteil ist bei der Erfindung, dass das Abschalten innerhalb des Umrichters verschleißfrei ausgeführt ist, insbesondere ohne Relais. Außerdem wird bei der erfindungsgemäßen Ausführung des Umrichters kein zusätzlicher Platz benötigt. Gerade dies begünstigt die Ausführbarkeit und Verwendung eines kompakten Umrichtermotors, bei dem Motor und Umrichter eine bauliche Einheit bilden und die raumsparende Ausführung den Umrichtermotor auch in sicheren Anlagen einsatzfähig macht.

#### Patentansprüche

1. Umrichter zur Versorgung eines Elektromotors, insbesondere Umrichtermotor, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine gemäß Norm, insbesondere gemäß deutscher und/oder europäischer Norm EN 954-1 und/oder Norm EN 60204-1, sichere Versorgung der Signalelektronik des Umrichters mit Niederspannung von einer weiteren Vorrichtung aus gemäß einer nichttrivialen Sicherheitskategorie, insbesondere gemäß Sicherheitskategorie 2, 3 oder 4, der Norm vorgesehen ist, wobei die Versorgungsspannung der Signalelektronik des Umrichters von einer weiteren Vorrichtung sicher gemäß einer nichttrivialen Sicherheitskategorie derart abschaltbar ist, dass der Umrichtermotor gegen Wiederanlauf schützbar ist, und wobei mindestens der Umrichter, die Vorrichtung und die sichere Versorgung gemäß einer Sicherheitskategorie derart ausgeführt ist, dass dem Umrichtermotor als Ganzes die Sicherheitskategorie zuordenbar ist.
2. Umrichter zur Versorgung eines Elektromotors, wobei der Umrichter eine Signalelektronik umfasst, die ein einen Trenntransformator umfassendes Schaltnetzteil umfasst, das sekundärseitig Versorgungsspannungen für die Signalelektronik zur Verfügung stellt, wobei das Schaltnetzteil primärseitig mit einer Niederspannung, insbesondere 24 V-Niederspannung, von einer weiteren Vorrichtung versorgt wird und wobei die Sekundärseite des Schaltnetzteils galvanisch getrennt oder potentialgetrennt von der Primärseite ausgeführt ist, und wobei der Umrichter eine elektronische Leistungsschalter (44, 45) umfassende Endstufe aufweist, wobei die elektronischen Leistungsschalter (44, 45) von aus den Versorgungsspannungen des Schaltnetzteils gespeisten Treibern (43, 48) angesteuert werden, von denen mindestens drei jeweils galvanisch getrennt oder potentialgetrennt aus den Versorgungsspannungen des Schaltnetzteils gespeist werden, und wobei zumindest drei Treiber 43 aus Komponenten der Signalelektronik potentialgetrennt Steuersignale erhalten und wobei zwischen der weiteren Vorrichtung und der Signalelektronik des Umrichters Signale galvanisch getrennt oder potentialgetrennt austauschbar sind.
3. Umrichter nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalelektronik mindestens einen Mikrocontroller 47, untere Treiber 48 für auf unterem Zwischenkreispotential liegende untere Leistungsschalter 44 und obere Treiber 43 für auf oberem Zwischenkreispotential liegende obere Leistungsschalter 45 umfasst, und untere Treiber 48, obere Treiber 43 und der Mikrocontroller 47 aus getrennten Quellen 53 versorgt sind, wobei diese Quellen 53 mittels eines Schaltnetzteils

potentialgetrennt oder galvanisch getrennt erzeugt sind, das aus der Niederspannung 10 zur sicheren Versorgung der Signalelektronik des Umrichters gespeist wird.

4. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach Abschalten oder Ausfall der Niederspannung zur Versorgung der Signalelektronik des Umrichters mindestens zwei verschiedene Fehler und/oder Fremdspannungen notwendig sind, um ein Drehfeld für den Motor zu erzeugen.

5. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umrichter derart ausgeführt ist, dass ein sicheres Abschalten und/oder ein Schutz gegen Wiederanlauf durch Beeinflussung von elektronischen Halbleiterschaltern im Umrichter vorgesehen ist.

6. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umrichter derart ausgeführt ist, dass das sichere Abschalten und/oder der Schutz gegen Wiederanlauf ohne elektromechanische Schalter im Umrichter vorgesehen ist.

7. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umrichter und der Motor eine bauliche Einheit bilden.

8. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umrichter am oder auf dem Klemmenkasten des Motors montierbar ist.

9. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Versorgungsspannung der Signalelektronik des Umrichters Niederspannung, insbesondere 24 V- Niederspannung, ist.

10. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere Vorrichtung ein Verteiler ist, der die Signalelektronik des Umrichters versorgt.

11. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umrichter und der Verteiler zum Datenaustausch verbindbar sind.

12. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umrichter mindestens einen Trenntransformator zur Potentialtrennung aufweist.

13. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Treiber für obere Schalter und Treiber für untere Schalter potentialgetrennt ausgeführt sind.

14. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass drei Treiber für obere Schalter von getrennten Quellen versorgbar sind.

15. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass drei Treiber für obere Schalter von getrennten Quellen versorgbar sind.

16. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalelektronik, umfassend mindestens drei Treiber, und mindestens drei Leistungsschalter auf dem unteren Zwischenkreispotential des Umrichters liegen.

17. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die sichere Versorgung nach der genormten nichttrivialen Sicherheitskategorie 2, 3 oder 4 ausgeführt ist.

18. Umrichter nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Umrichter und Vorrichtung zum Datenaustausch mit Leitungen verbindbar sind oder dass Umrichter und Vorrichtung derartige elektronische Schaltungen aufweisen, dass der Datenaustausch zwischen Umrichter und Vorrichtung durch Aufmodulation auf Leitungen ausführbar ist. 5

19. Verwendung eines Umrichters nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach Erkennen eines Fehlers oder Empfang einer Sicherheitsinformation, einer Sicherheitsmeldung oder eines Sicherheitstelegramms das vom Umrichter erzeugte Drehfeld in einen sicheren Zustand gemäß einer nichttrivialen Sicherheitskategorie überführt wird. 10 15

20. Verwendung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass nach Erkennen eines Fehlers oder Empfang einer Sicherheitsinformation, einer Sicherheitsmeldung oder eines Sicherheitstelegramms das vom Umrichter erzeugte Drehfeld sicher abgeschaltet wird. 20

21. Verwendung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umrichter einer nichttrivialen Sicherheitskategorie genügt. 25

22. Verwendung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Erkennen eines Fehlers oder der Empfang einer Sicherheitsinformation ein Notaus-, Nothalt, Notstopp-Signal umfasst. 30

23. Verwendung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Erkennen eines Fehlers oder der Empfang einer Sicherheitsinformation ein Notanlauf-Signal umfasst. 35

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



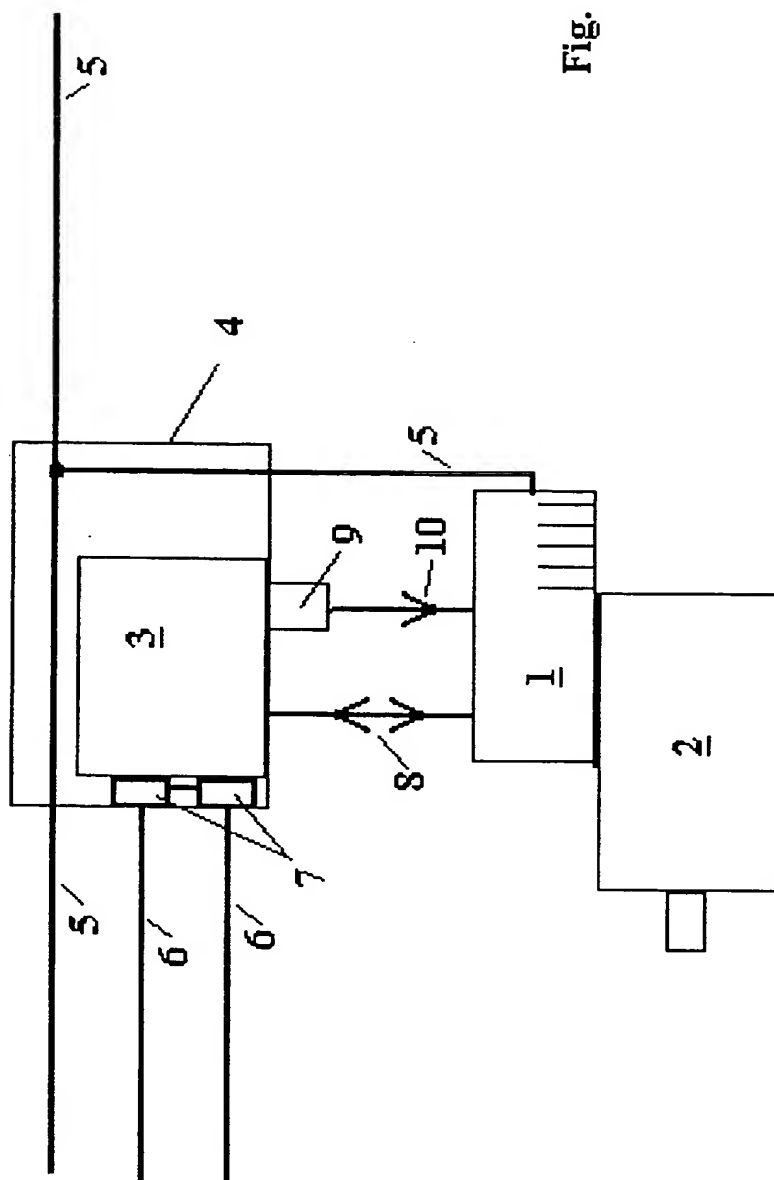
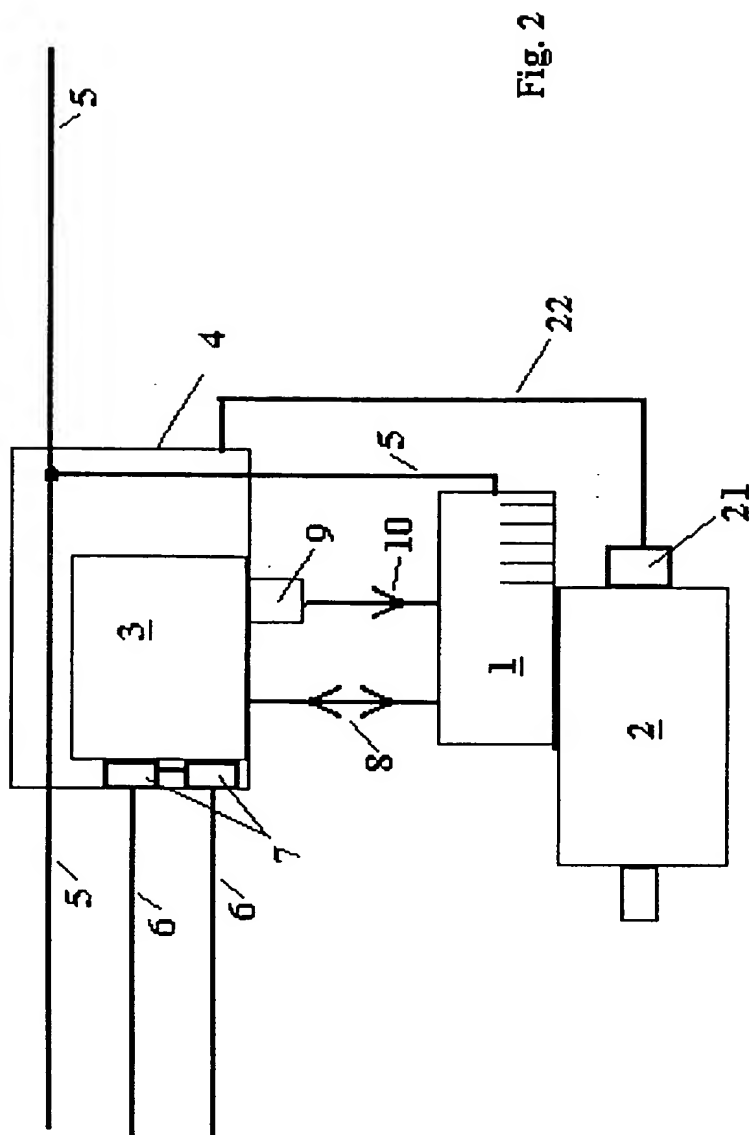


Fig. 1



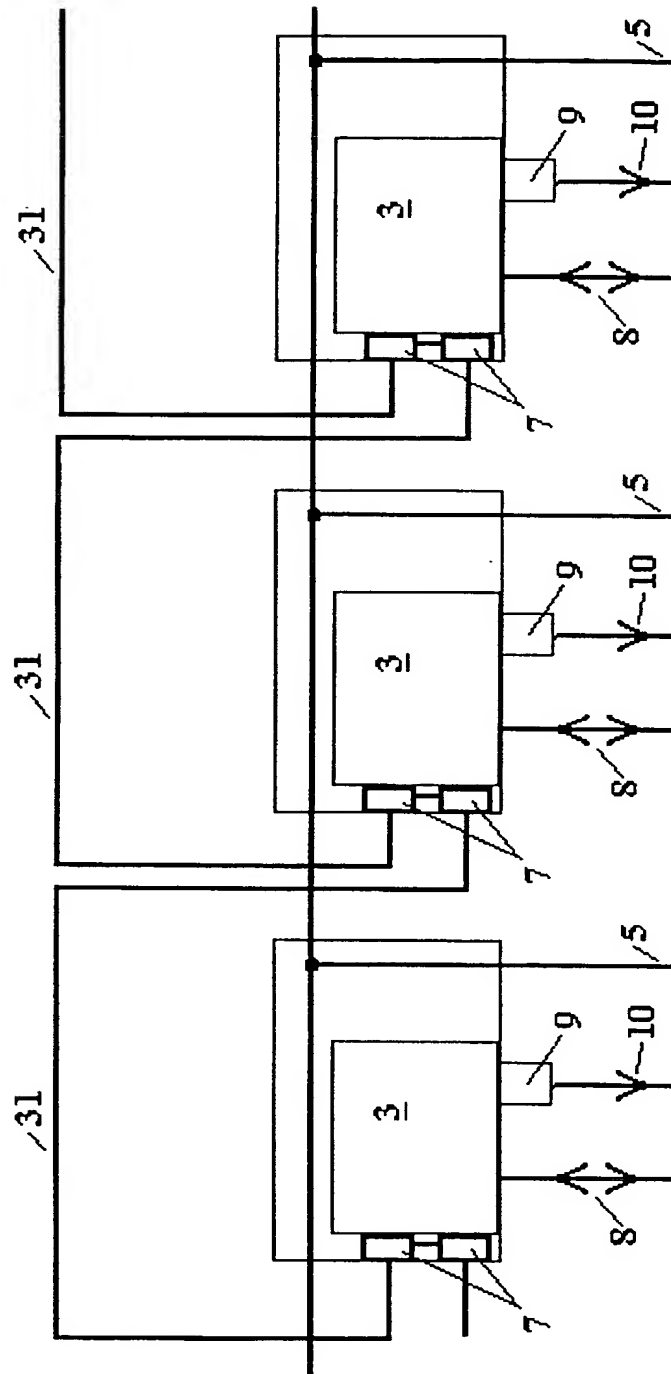


Fig. 3

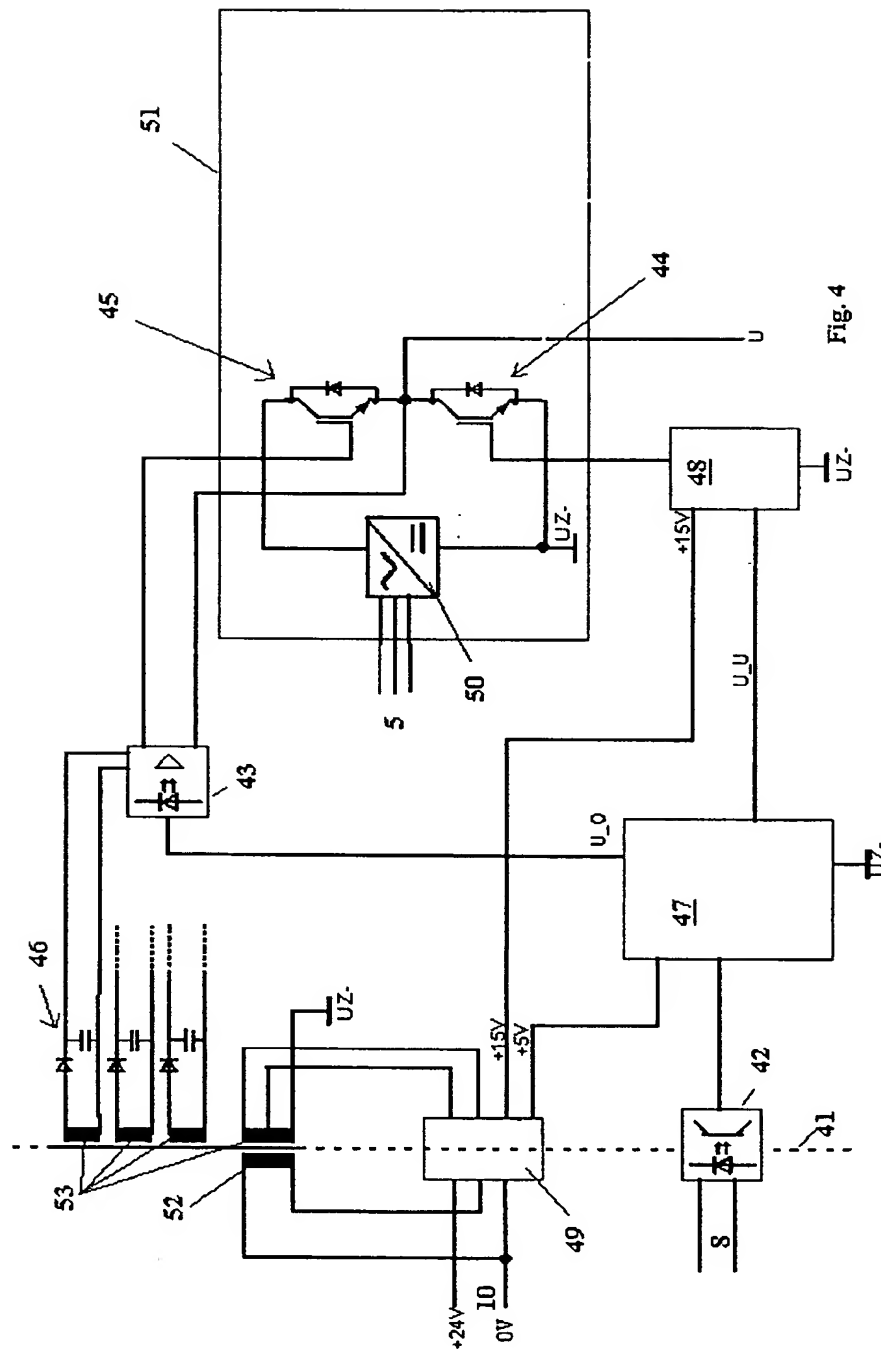


Fig. 4